

## ANALISA TEGANGAN PADA CRANKSHAFT SEPEDA MOTOR SUZUKI SMASH MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS

Helmiyansah

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta  
E-mail: yansahhelmi@gmail.com

**Abstrak** -- Pentingnya untuk mengetahui besar tegangan maksimum dan faktor keamanan maksimum pada material crankshaft sepeda motor Suzuki Smash dengan bantuan Software Solidworks 2012. Bahan material yang dipilih untuk crankshaft adalah Alloy Steel. Melalui penggunaan software maka akan lebih mudah menampilkan gaya aksi dan reaksi pada crankshaft akibat pembebanan gaya radial yang diterima oleh crankshaft sebesar 1,4 N. Prosedur penelitian di mulai dengan mengukur dimensi crankshaft dari motor Suzuki Smash kemudian dibuatkan model 3D untuk menganalisis. Hasil analisa ditampilkan berupa gambar yang menunjukkan distribusi tegangan pada Crankshaft. Dari hasil analisa software disimpulkan bahwa tegangan maksimum pada Crankshaft sebesar  $8,74 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$  dengan faktor keamanan terendah sebesar  $8,09 \times 10^{12}$ .

**Kata kunci:** crankshaft, Solidworks, tegangan maksimum, faktor keamanan

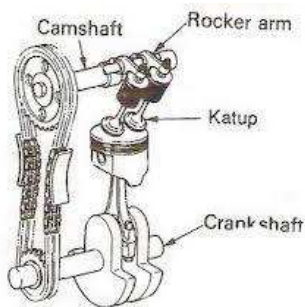
### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kendaraan darat merupakan jenis alat transportasi yang paling banyak digunakan oleh manusia, karena memiliki konstruksi yang lebih sederhana, sehingga berharga murah dan tentu saja dapat dimiliki setiap individu. Sepeda motor merupakan bentuk kendaraan darat bermesin yang paling sederhana dan saat ini paling banyak penggemarnya di tanah air.

Crankshaft/poros engkol merupakan salah satu komponen utama yang mengkonversi energi potensial bahan bakar menjadi tenaga putar pada mesin piston. Karena dalam proses kerjanya poros engkol mengubah gerakan mundur maju piston menjadi gerakan putar pada poros. Adapun efek guncangan dalam bentuk vibrasi akibat gerakan bolak balik piston akan di ballance oleh fly wheel.

Sebuah kendaraan bermotor pada kondisi kecepatan tinggi tentunya harus memenuhi persyaratan yang ketat agar layak digunakan, salah satunya adalah kendaraan harus stabil pada putaran tinggi, artinya getaran yang di timbulkan oleh putaran mesin harus dalam batas yang di tentukan.



Gambar 1. Chamshaft, Rocket Arm, Katup dan Crankshaft

Agar mekanisme yang terdapat pada sistem poros engkol memiliki umur yang panjang, maka tentunya komponen tersebut harus di desain dengan efektif dan efisien, baik dari segi analisa pembebanan maupun pemilihan material komponen tersebut. Untuk meminimalisir efek kerusakan yang terjadi akibat berbagai jenis beban dinamis yang bekerja pada komponen crankshaft maka pada proses perancangannya hedaknya terlebih dahulu mengetahui distribusi tegangan yang bekerja. Sedangkan sebagai alat bantu dalam menganalisisnya maka dipergunakan perangkat lunak Solidworks. Dari hasil analisa ini lokasi kerusakan akibat pembebanan yang terlalu tinggi dapat diketahui letak/posisinya secara dini.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang diatas maka di rumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana analisa tegangan dan faktor keamanan secara teoritis pada Pen.
- 2) Berapa besar tegangan maksimum dan minimum analisa menggunakan solidwork.
- 3) Berapa besar faktor keamanan (*Factory Of Safety*) analisa menggunakan solidworks.

#### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah:

- 1) Menghitung gaya yang terjadi pada pen akibat ledakan didalam ruang bakar.
- 2) Menghitung distribusi tegangan maksimum pada pen akibat ledakan didalam ruang bakar.
- 3) Melakukan analisa tegangan maksimum, minimum dan faktor keamanan pada Crankshaft menggunakan simulasi *Software Solidworks 2012*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

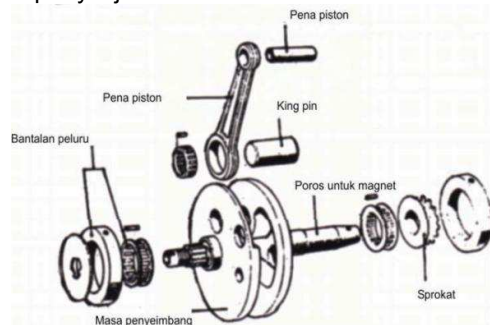
### 2.1 Definisi Poros

Poros merupakan suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah tenaga lainnya. Sebagai akibat kerjanya poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya [1].

### 2.2 Jenis Poros Engkol pada Sepeda Motor

#### a) Jenis *Built Up*

Dipergunakan pada motor jenis kecil yang mempunyai jumlah silinder satu atau dua.



Gambar 2. Poros Engkol Jenis *Built Up*

#### b) Jenis *On Piece*

Dipergunakan pada motor jenis besar yang mempunyai jumlah silinder banyak [2]. Untuk motor satu silinder pada poros engkolnya (biasanya dihadapan pena engkol) ditempatkan bobot kontra sebagai pengimbangan putaran engkol sewaktu piston mendapat tekanan kerja. Tetapi motor yang bersilinder banyak, pena engkolnya dipasang saling mengimbangi. Berat bobot kontra kira-kira sama dengan berat batang piston ditambah dengan berat engkol seluruhnya. Dengan demikian poros engkol itu dapat diseimbangkan, sehingga dapat berputar lebih rata dan getaran-getaran engkol menjadi hilang. Dengan adanya bobot kontra ini menyebabkan tekanan pada bantalan menjadi berkurang dan merata.

### 2.3 Bahan Poros Engkol

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*Alloy Steel*) dengan proses pengerasan kulit (*Case Hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molybdenum, baja khrom, baja khrom molybden dan lain-lain. Sekalipun demikian, baja paduan

husus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai [3]. Lihat Tabel 3 spesifikasi material di bawah ini.

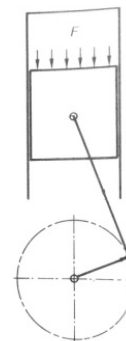
Tabel 3. Tabel Spesifikasi Material Alloy Steel  
(Sumber: Software Solidworks)

Property	Value	Unit
Poisson's Ratio in XY	0.28	N/A
Shear Modulus in XY	79000	N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	7700	Kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength in X	723.83	N/mm <sup>2</sup>
Compressive Strength in X		N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength	620.42	N/mm <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient in X	1.3e-005	/K
Thermal Conductivity in X	50	W/(m.K)
Specific Heat	460	J/(kg.K)

### 2.4 Gaya yang Bekerja pada Piston

Kerja yang dilakukan motor bakar dalam hal ini adalah akibat proses konversi energi potensial yang di kandung bahan bakar menjadi energi mekanik. Konversi energi terbentuk pada saat bahan bakar meledak dalam ruang bakar sehingga menghasilkan gaya dorong yang sangat besar. Proses penekanan piston terhadap campuran bahan bakar-udara agar terjadi pemadatan volume serta agar campuran bahan bakar - udara dapat bercampur secara homogen sehingga ketika busi memercikan bunga api akan di dapat kualitas pembakaran yang bagus sehingga di dapat ledakan yang besar.

Tekanan efektif rata-rata pada mesin 4 langkah yang terjadi di ruang bakar tepat di atas piston kisaran 900 kPa hingga 1400 kPa untuk motor standar, atau 9 - 13 psi. Tekanan ini di simbolkan dan  $F$  yang berarti gaya.[4] Lihat Gambar 3.



Gambar 3. Gaya Massa Pada Piston ( $F$ )

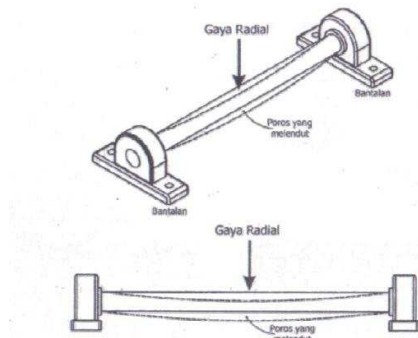
### 2.5 Tegangan

Gaya luar komponen akibat beban kerja akan ditahan oleh gaya dari dalam komponen dengan

besarnya sama dengan besaran yang sama tetapi arahnya berlawanan. Gaya dalam pada penampang komponen setiap satuan luas disebut tegangan disimbolkan dengan huruf Yunani sigma ( $\sigma$ ) [5].

## 2.6 Momen Lentur

Gaya yang berkerja bahkan tegak lurus dengan sumbu adalah gaya radial.[6] Gaya radial yang bekerja pada poros diperlihatkan dalam Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Poros yang Menerima Gaya Radial

Momen Lentur = Gaya Radial x Jarak

$$M_L = F_R \times L \quad (1)$$

Setelah distribusi momen lentur diketahui maka berapakah besaran tegangan normal akibat momen lentur? Maka gunakanlah dengan persamaan besaran tegangan normal akibat momen lentur sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{M_L \times c}{I} \quad (2)$$

## 2.7 Gaya Geser

Selama poros menerima gaya radial yang menyebabkan momen lentur maka selama itu pula poros mendapatkan beban berupa gaya geser atau gaya lintang [7]. Tegangan geser dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\tau = \frac{F_R}{A_S} \quad (3)$$

## 2.8 Tegangan Gabungan

Tegangan normal dapat merupakan akibat langsung dari gaya tarik atau momen lentur. Tegangan geser dapat merupakan akibat langsung dari gaya tarik, tegangan geser puntiran atau tegangan geser vertical [8].

### a) Tegangan Utama Maksimum

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

(4)

### b) Tegangan Utama Minimum

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (5)$$

## 2.9 Safety Factor

*Safety factor* adalah sebagai pengaman pada sistem jika pada suatu keadaan sistem tersebut menerima beban diluar dari perhitungan. Tujuannya agar design kita tidak failed (gagal) pada keadaan tersebut [9].

$$\text{Faktor Of Safety} = \frac{\text{Yield Strengh}}{\text{Desain Load}} \quad (6)$$

## 2.10 Solidworks Simulation

Solidworks adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh Dassault Systemes digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real partnya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan [10].

Solidworks Simulation merupakan bagian dari perangkat lunak solidwork yang berguna untuk menganalisa tegangan (*Stress Analysis*) dari desain yang sudah dibuat. Dengan adanya simulation express ini sangat membantu untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Akurat tidaknya suatu desain yang dibuat dipengaruhi juga dengan beberapa faktor lainnya seperti matrial benda, restraint (bagian diam dari part), dan load (beban) yang di berikan. Simulation express akan menunjukkan tahap demi tahap bagaimana desain kita akan bekerja dibawah kondisi tertentu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

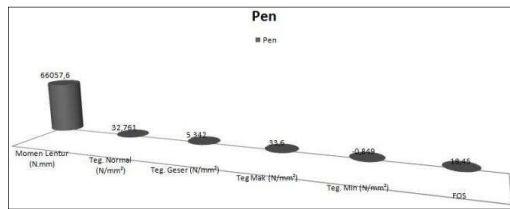
### 3.1 Hasil Analisa Secara Teori

Dari hasil analisa secara teori tegangan maksimal yang diterima oleh pen dengan panjang 42mm dan berdiameter 27,39mm akibat gaya gaya radial yang diakibatkan oleh ledakan dalam ruang bakar sebesar  $\sigma_1 = 33,60 \text{ N/mm}^2$ . Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

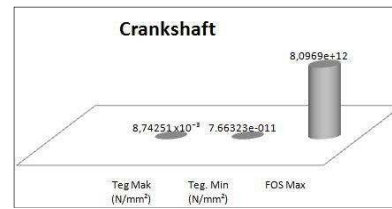
Tabel 6. Data Hasil Analisa Pen Secara Teori

Hasil Analisa Teori	Momen Lentur (N.mm)	Teg. Normal (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Geser (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Mak (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Min (N/mm <sup>2</sup> )	FOS
Pen	66057,6	32,761	5,342	33,60	-0,849	18,45

Berikut adalah grafik analisa pada pen secara teori:



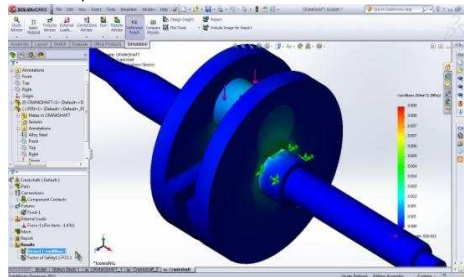
Grafik 5. Analisa Pen secara Teori



Grafik 8 Analisa Simulasi Crankshaft menggunakan Software

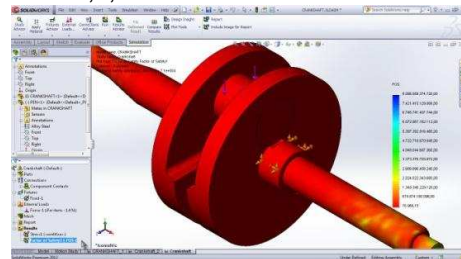
### 3.2 Hasil Analisa Secara Software

Sedangkan analisa menggunakan software akan menghasilkan tegangan maksimal sebesar  $8,74 \times 10^{-3}$  N/mm, lihat Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Stress 1

Sedangkan untuk faktor keamanan (FOS) maksimum sebesar  $8,09 \times 10^{12}$  dan minimum sebesar 70,9, lihat Gambar 7.



Gambar 7. Factor of Safety

Analisa software difokuskan pada pen dan poros engkol (Crankshaft) yang sudah diassembly dan akan menghasilkan gaya reaksi pada poros engkol akibat gaya aksi yang diberikan pada pen sebesar 1,4 N. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 7 dan grafik 8 sebagai berikut:

Tabel 7. Data Hasil Analisa Pen dan Poros Engkol (Crankshaft) dengan Software

Hasil Analisa Software	Teg. Mak (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Min (N/mm <sup>2</sup> )	FOS Max
Crankshaft	$8,74251 \times 10^{-3}$	7.66323e-011	8,0969e+12

Berikut adalah grafik analisa pada pen secara teori:

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan simulasi yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan akibat pembebanan gaya radial sebesar 1,4 N yang terjadi pada pen dan crankshaft sebagai berikut:

- 1) Berikut tabel hasil perhitungan dari analisa tegangan-tegangan yang terjadi pada Pen.

Hasil Analisa Teori	Momen Lentur (N.mm)	Teg. Normal (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Geser (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Mak (N/mm <sup>2</sup> )	Teg. Min (N/mm <sup>2</sup> )	FOS
Pen	66057,6	32,761	5,342	33,60	-0,849	18,45

- 2) Berdasarkan hasil simulasi dengan software SolidWorks diperoleh tegangan maksimum sebesar  $8,74 \times 10^{-3}$  N/mm<sup>2</sup> dan tegangan minimum sebesar  $7.66 \times 10^{-11}$  N/mm<sup>2</sup>.
- 3) FOS (Factor Of Safety) berdasarkan analisa menggunakan software diperoleh sebesar  $8,09 \times 10^{12}$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sighley E. Josep., (1984). *Perancangan Teknik Mesin*. Jakarta
- [2]. Poros Engkol (Crankshaft). (2015). Retrieved from website: <http://otoengine.com/poros-engkol-crankshaft/>
- [3]. Novyanto O., (2007). *Element Mesin Poros (Shaft)*. Retrieved from website: <http://okasatria.blogspot.co.id/2007/10/engineering-knowledge.html>
- [4]. *Memahami Kompresi, Rasio Kompresi dan Tekanan Kompresi*. (2013) Retrieved from website: <http://dnsrust.blogspot.co.id/2013/12/memahami-kompresi-rasio-kompresi-dan.html>
- [5]. Dahlan D. (Ed). *Elemen Mesin*. (2012). Jakarta
- [6]. Sonawan H. (2010). *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung
- [7]. Mott L. (2009). *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*
- [8]. *Safety FaCtor*. (n.d). Retrieved from website: <https://www.scribd.com/doc/232253472/Safety-Factor>
- [9]. *Solidworks 2012*. (2011) Retrieved from website: <https://youzoef.wordpress.com/2011/12/02/solidworks-2012>